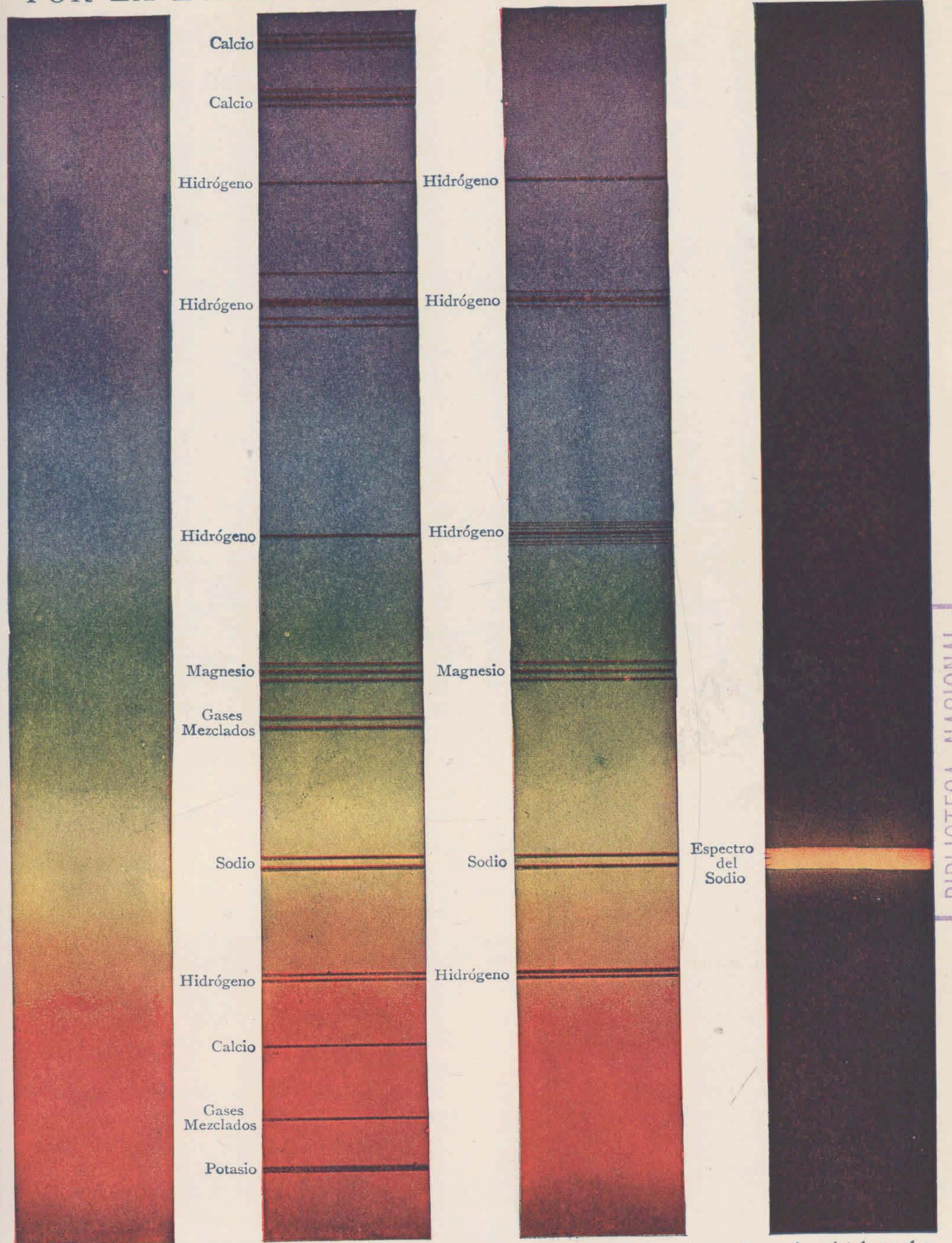
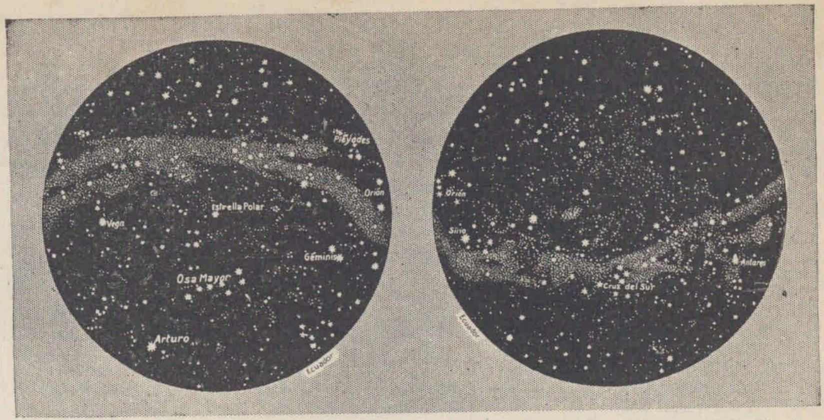
POR LA LUZ CONOCEMOS LA MATERIA ESTELAR



Cuando la luz pura, como la de un hierro calentado al rojo blanco, pasa por un prisma de cristal, se descompone en siete colores, al conjunto de los cuales se llama *espectro*, y puede verse en la primera banda coloreada de las que componen esta lámina. Pero la luz del sol contiene, además de esos colores, varias líneas, como se ve en la segunda banda. Estas líneas proceden de varias de las diversas substancias que componen el sol. Aunque aquí vemos sólo algunas líneas, el espectro del sol contiene, en realidad, más de 2000. La tercera banda representa el espectro de Sirio, y, si lo comparamos con el del sol, notaremos que esa estrella se halla compuesta de materias que también existen en el sol y en la tierra. Las líneas que en el espectro corresponden a diferentes substancias, aparecen siempre en la misma posición unas respecto de otras, y muchas de esas líneas coinciden en los espectros de Sirio y del sol. La cuarta y última banda es el espectro del sodio, el cual se manifiesta en el color amarillo, y aunque se nota algo más obscuro en el segundo y tercer espectros, débese a la intensidad de la luz que lo contiene.



La Vía Láctea es una maravillosa banda contínua de estrellas que rodea el firmamento. La lámina de la izquierda nos la muestra tal como aparece en el hemisferio boreal o norte y la de la derecha en el hemisferio austral o sur.

EL COLOR DE LAS ESTRELLAS

SE pueden estudiar las estrellas y averiguar muchas cosas a ellas relativas, por medio de tres instrumentos: el ojo humano, el telescopio y la cámara fotográfica. El telescopio aumenta nuestro poder visual y añade precisión a nuestras observaciones; la fotografía nos ofrece una valiosa ayuda, por ser la placa fotográfica sensible a cierta clase de luz que despiden las estrellas, luz que nuestra vista no percibiría ni aun con el auxilio de los mejores telescopios, ya que lo único que pueden hacer estos instrumentos, por muy perfeccionados que sean, es mostrarnos ciertos puntos luminosos en la bóveda celeste, en forma tal, que podamos comparar entre sí sus diferentes aspectos, vistos desde diferentes puntos de la órbita terrestre. No hay, por ahora, segura esperanza de llegar a ver el disco de una estrella — pues aun la más próxima está tan distante, que sólo puede ser vista como un punto luminoso. No obstante, podemos averiguar algo más de estos puntos de luz, valiéndonos de los instrumentos mencionados, que nos ayudan a observar la recíproca influencia que las estrellas ejercen en algunos casos sobre sus respectivos movimientos, y consecuentemente, podemos aprender algo acerca de su *masa* o dimensiones.

Son todas estas observaciones sumamente necesarias e interesantes y constituyen lo que llamamos — astronomía descriptiva — o sea el estudio descriptivo de las estrellas. Pero queremos conseguir algo más de lo que cualquiera de esos instrumentos por sí solo puede revelarnos. No basta trazar mapas de la bóveda celeste, ni catalogar las estrellas o calcular su distancia siempre que nos sea posible. Todas las ciencias, ya estudien los fósiles, los fenómenos atmosféricos o las estrellas, tienen por objeto algo ulterior a la simple descripción, por muy exacta e interesante que ésta sea.

A lo que pretendemos llegar con la ciencia es a la *explicación*. Cierto es que no podemos presentar explicaciones sin antes conocer perfectamente los hechos que nos proponemos explicar, y por esta razón siempre comenzamos por la parte descriptiva. En tiempos pasados, cuando los hombres aun no conocían el espíritu de la ciencia, trataban de explicar los hechos sin haberlos estudiado antes en la naturaleza — y por tanto, sus explicaciones eran frecuentemente erróneas, y hasta perjudiciales. Sabemos ahora que en toda ciencia debe preceder la descripción exacta; pero conviene no caer en el extremo opuesto de figurarnos que con sólo describir una cosa la hemos

explicado satisfactoriamente. Nuestra mente tiende a detenerse y darse por satisfecha en el estudio de la ciencia, hasta que en su reposo se da cuenta de que no hay meta en el campo del saber, y que una misma explicación necesita ser a su vez explicada—es decir que, más allá de toda causa hay siempre otras causas exteriores. Apliquemos, pues, esto al estudio de las estrellas.

Contemplamos el cielo durante los breves instantes a que llamamos nuestra vida: lo contempla la humanidad por el corto espacio de tiempo que llamamos historia, y queremos no sólo ver, sino llegar a comprender lo que vemos. No nos es bastante saber que tales o cuales cosas se encuantran en determinados puntos; deseamos también saber cómo vinieron a la vida en edades inconcebiblemente remotas—antes del nacimiento de la humanidad y aun de la formación de la tierra, y lo que será de ellas después de nuestra muerte y cuando quizá haya dejado de existir el globo terrestre. Deseamos saber no sólo lo que hay en el espacio, sino lo que en él sucede. Pues bien, comprendamos que, a pesar de que la vista, el telescopio y la cámara fotográfica han prestado grandes servicios a la Astronomía y lo prestarán mayores todavía, no pueden contestar a esas preguntas que espontaneamente formula nuestro entendimiento.

LOS INSTRUMENTOS MARAVILLOSOS QUE AYUDAN AL HOMBRE A ENSANCHAR SUS CONOCIMIENTOS

Hace escasamente poco más de medio siglo parecía que debía haber un límite a los adelantos de la astronomía y nadie podía siquiera tratar de concebir hubiese otra forma de progreso sino la de perfeccionar lo que hasta entonces se había hecho, construyendo telescopios más potentes y cámaras fotográficas más perfectas. Pero nadie se figuraba hubiera alguna manera de llegar a conocer la composición de las estrellas, y saber en cierto modo lo que acontece en ellas, creencia que corroboró uno de los más ilustres pensadores de aquel tiempo, muerto hace poco más de medio siglo, quien llegó a afirmar que el hombre nunca podría saber de qué se componen los astros.

Entonces vino en auxilio de la Astronomía un nuevo instrumento, el cual, como los demás aparatos ópticos, es en sí mismo un instrumento que describe. Sin embargo, es su descripción de índole especial y a diferencia de los otros, avanza mucho más allá, y nos presenta ciertas bases de una real explicación. En efecto, nos cuenta algo de la historia de las estrellas y de su destino, iniciando el estudio de lo que llamamos « astronomía moderna », ciencia fundada en el descubrimiento y empleo de dicho instrumento. Conviene insistir sobre este particular, porque encierra una enseñanza aplicable a todos los ramos del saber humano. Todo comocimiento se funda en el uso de métodos e instrumentos; todo método o instrumento tiene su eficacia, pero también su límite; y por lo tanto, es imposible empiece una nueva etapa en la historia de una ciencia hasta que se emplee un instrumento o se aplique un nuevo método. Así vemos cómo la invención del telescopio y del microscopio — que no son sino combinaciones de cristales—han señalado grandes épocas en la historia del saber humano.

DE QUÉ MODO EL ESPECTROSCOPIO NOS MUESTRA LOS COLORES VERDADEROS DE LAS ESTRELLAS

Lo mismo puede decirse de otro instrumento, que consiste también unicamente en una combinación de cristales, y que se llama espectroscopio. Ahora bien: *scopo* significa ver, *micro* significa pequeño, *tele* distancia y *estereo* quiere decir sólido. ¿Cuál es, pues, el significado de la palabra *espectro*?

Cuando la luz blanca atraviesa un pedazo de cristal que no es plano por ambos lados, se descompone la luz en los varios colores de que está formada. De manera que un rayo de luz al atravesar un prisma, se descompone formando una imagen de colores a la cual se da el nombre de espectro. El espectroscopio es, pues, un instrumento que sirve para mostrarnos el espectro de cualquiera clase de luz que pase a través de él.

Puede fácilmente llevarse un pequeño espectroscopio en el bolsillo del chaleco, y si lo ponemos delante de una llama, de un fuego, de la luz eléctrica o de cualquier clase de luz coloreada, veremos en seguida aparecer una faja de color que es el espectro de la clase especial de luz que estamos mirando. Este espectro puede ser estudiado detalladamente en sus partes, o analizado; y a este estudio se le llama *análisis espectral.*

EL NUEVO CAMPO DE CONOCIMIENTOS QUE EL ESPECTROSCOPIO HA ABIERTO A LA CIENCIA

Este pequeño instrumento nos señala el camino que conduce a todo un mundo de descubrimientos. Apenas lo colocamos ante en nuestros ojos y lo dirigimos hacia cualquier foco luminoso, observamos que todo lo que da luz, da una luz especial, tiene su propio espectro, según hemos dicho. La luz que proviene, por ejemplo, de elementos químicos, aptos para producir luz, tiene espectro diferente de la que despiden otros. Así podemos, por ejemplo, mirar con el espectroscopio la luz de un mechero de gas, pudiendo decir en seguida, con sólo examinar en la faja que se forma ante nuestra vista, si la llama contiene sodio, carbono, hidrógeno, potasio o radio, según los casos. Pues bien; si eso puede hacerse con la llama del gas, asimismo puede experimentarse con la luz de una estrella; lo que significa que la clave del conocimiento de la composición de las estrellas, está en nuestras manos. Si tomamos un poco de sal y la echamos en la llama de una lámpara o de un mechero de gas, aparecerá en el acto un brillante color amarillo, tan característico, que se puede reconocer a simple vista; y si examinamos la luz con la ayuda del espectroscopio, veremos, efectivamente, aparecer desde luego el espectro del sodio, pudiendo por tanto afirmar la presencia del sodio incandescente en dicha llama.

DE CÓMO PODEMOS DEDUCIR DE SUS COLORES LA COMPOSICIÓN DE LAS ESTRELLAS

Es este un hecho muy interesante y significa que es posible descubrir con el espectroscopio la presencia del sodio, aun cuando en cantidades tan sumamente pequeñas, que sin él serían invisibles. Siguiendo exactamente el mismo procedimiento, de dirigir el telescopio hacia el sol, hacia un cometa o hacia una estrella, y aplicando el espectroscopio, podemos observar la presencia del sodio. Hoy día gran parte de los estudios astronómicos se refieren al análisis espectral del sol, de los planetas y de las estrellas, siendo los resultados obtenidos verdaderamente estupendos. En el presente libro no podemos tratar, por supuesto, más que de las principales cosas que nos enseña dicho análisis.

El análisis espectral nos revela, en primer lugar, algo que no hubiéramos sospechado. Se comprende fácilmente que el telescopio y la cámara fotográfica nos indiquen algo respecto a los movimientos de las estrellas, y no obstante, si reflexionamos, veremos desde luego que lo único que pueden mostrarnos son sus movimientos a través del cielo. Pero admitido que una estrella se mueve a través del espacio dentro de la línea de nuestra visión, ya hacia nosotros, ya en sentido opuesto, y a cualquiera velocidad, el telescopio no nos habrá dicho más que eso.

EL MOVIMIENTO DE LAS ESTRELLAS A TRAVÉS DE LA INMENSIDAD

No hay duda que, andando el tiempo, se notaría una diferencia en el brillo de las estrellas, pero no habría manera de saber si esta diferencia era debida a su movimiento o a algún cambio que hubiese ocurrido en ella. Pues bien; el espectroscopio nos ha proporcionado un medio de determinar el movimiento y aun la velocidad de las estrellas que se mueven dentro de nuestra linea visual.

Los resultados así obtenidos, añadidos a lo que el telescopio y la fotografía nos han revelado acerca de los movimientos de las estrellas, empiezan ya a darnos una idea de lo que acontece en el mundo sideral en lo que al movimiento se refiere. Veamos primero de qué modo maravilloso contribuye el espectroscopio a obtener ese resultado.

Si, hallándonos en una estación ferro-

viaria, escuchamos el ruido que hace un tren en marcha, observaremos que el silbido de la locomotora es más grave o más agudo según que el tren se aleje o se aproxime, y es que el tono de la nota dada depende del número de ondas sonoras que llegan a nuestro oído cada segundo. Cuando el tren se acerca, esas ondas se acumulan unas tras otras, de manera que es mayor el número de ellas percibidas por el oído en un tiempo determinado, elevándose, por tanto, el tono del silbido; cuando, por el contrario, se aleja el tren, los intervalos entre las ondas se alargan y como es natural, baja el tono del sonido. Descubrióse primeramente este principio relacionado con el sonido, pero ocurre lo propio tratándose de la luz. En lugar de un tren y el silbato de su locomotora que produce ondas sonoras, fijémonos en una estrella que despide ondas lumínicas. Ahora bien; si la estrella se mueve dentro de nuestra línea visual, los intervalos entre las ondas serán más o menos cortos según que la estrella se aleje o se aproxime.

¿SE MUEVEN LAS ESTRELLAS EN LÍNEA RECTA O TRAZANDO CURVAS?

Mediante el análisis espectral podemos observar los cambios siguientes en la luz que despiden las estrellas y cerciorarnos así de un hecho que se juzgaba irrealizable, el descubrimiento del movimiento de las estrellas dentro de nuestra línea visual.

Así es cómo, con la ayuda del telescopio y del espectroscopio, empezamos a averiguar muchas cosas relativas al movimiento de las estrellas, que se solía llamar « fijas », y es natural que deseemos saber si es posible deducir algún principio de orden general repecto a dichos movimientos. ¿Existe, por ejemplo, un centro del universo, ocupado tal vez por una enorme estrella, alrededor de la cual girarían los demás como planetas en torno de un sol? Esta suposición ha sido formulada más de una vez. No tenemos, sin embargo, prueba alguna de que sea así, sino más bien todo lo contrario. Por otra parte, y tratándose de la tierra, de los planetas y de los cometas, sabemos que el movimiento de los cuerpos celestes se efectúa siguiendo órbitas circulares o elípticas y nunca en línea recta continua. Cabe, por lo tanto, preguntarse si las estrellas se mueven de manera parecida o recorren el espacio en línea recta. Dado lo que hasta ahora sabemos, no ha sido posible descubrir ninguna órbita curva recorrida por alguna estrella; pero conviene tener presente que son muy recientes los datos que poseemos acerca del particular, y que, si las estrellas siguen una línea curva, estas líneas serán probablemente tan inmensas que se necesitarían varios siglos de observación para demostrar que se trataba realmente de una curva y no de una recta.

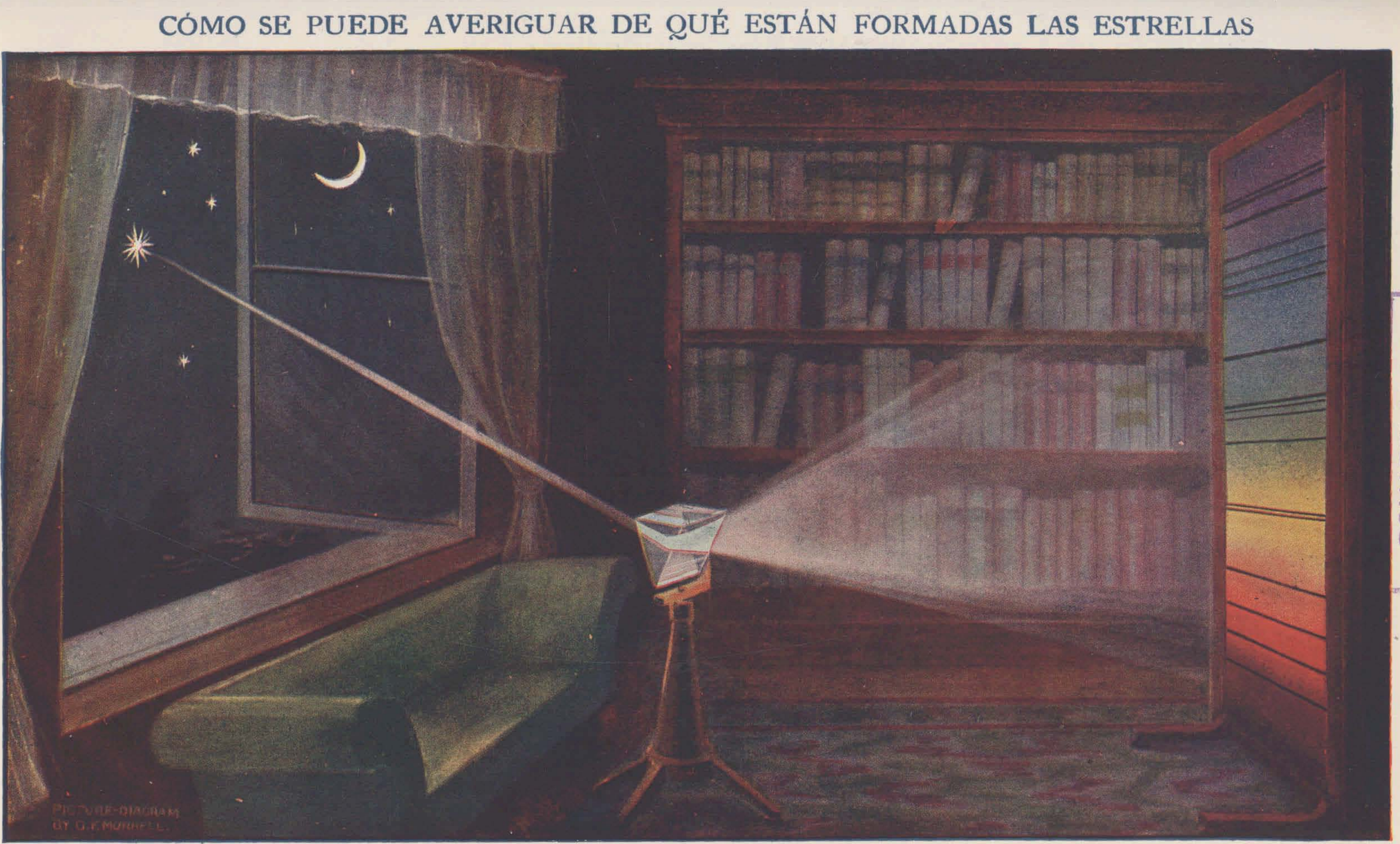
Otra pregunta que se nos ocurre se refiere a la Vía Láctea. Sabemos que es ésta una inmensa faja de estrellas en cuyo centro, aproximadamente, se encuentra nuestro sol. A simple vista todas las partes de la Vía Láctea parecen hallarse a la misma distancia, y si bien no podemos afirmarlo, es probable que la forma de esta faja, no diste mucho de ser circular. Algo sabemos de los movimientos propios de muchas estrellas de esa colosal banda, pero lo que quisiéramos saber es si toda ella gira como un solo cuerpo. Hasta ahora no as posible asegurarlo.

¿EXISTEN DOS GRANDES UNIVERSOS DE ESTRELLAS QUE SE MUEVEN UNO A TRAVÉS DE OTRO?

Hace algunos años, sin embargo, un astrónomo alemán se ha dedicado al estudio de los movimientos de las estrellas, y ha seguido su ejemplo un astrónomo inglés, en Greenwich. Estos sabios están ya demostrando que los movimientos de las estrellas nos revelan probablemente un hecho que nunca habíamos sospechado.

En primer lugar, los movimientos de las estrellas no son en conjunto enteramente desordenados, aun teniendo en cuenta el movimiento del sol y de la tierra con él—lo cual bastaría de por sí para producirnos el efecto de que las estrellas son impelidas en una dirección determinada. Aun teniéndolo, pues, en

CÓMO SE PUEDE AVERIGUAR DE QUÉ ESTÁN FORMADAS LAS ESTRELLAS



En esta lámina vemos cómo se emplea **el** espectroscopio para hacer pasar la luz de una estrella por un prisma de cristal, descomponiéndola en varios colores. Como los **diferentes** metales dan diferentes colores, podemos averiguar por este procedimiento de qué substancias **están** formados los astros. Aquí no aparece **el** espectroscopio **completo, pero la figura sirve para** dar a comprender con toda claridad el principio en que se basa ese **interesantísimo** aparato.

cuenta, es evidente que se observa en las estrellas una tendencia a moverse en dirección definida, constituyendo sus movimientos, en conjunto, dos grandes corrientes de sentido opuesto. Una de las corrientes es de movimiento considerablemente más rápido, pero las dos se mueven constantemente. Nuestro sol, al parecer, pertenece a una de ellas. Diríase, por lo tanto, que existen en el espacio dos sistemas de estrellas, y causa asombro pensar que las estrellas que vemos en el firmamento, pertenecen realmente a dos sistemas que tal vez en otro tiempo se hallaban separados en el espacio, pero que ahora se han encontrado y se entrecruzan con prodigiosa velocidad. Acaso existan en el infinito otros muchos sistemas parecidos.

LO QUE NOS ENSEÑA EL ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ESTRELLAS

No hace falta decir que todos los astrónomos del mundo estudian con sumo interés la teoría del profesor Kaptyn's; y lo que sabemos ahora acerca del movimiento de las estrellas no parecerá, dentro de veinte o treinta años, sino una serie de datos insignificantes: mas sea esto como fuere, la antigua expresión de « estrellas fijas » ha perdido para nosotros su significación.

El espectroscopio ha contribuido eficazmente al conocimiento de los movimientos siderales, y tales resultados no hubieran podido obtenerse con ningún otro medio imaginable. Sin embargo, no son dichos resultados más que la parte menos importante de lo que nos ha revelado el espectroscopio—puesto que, merced a dicho instrumento, se ha formado, según ya dijimos, un ramo enteramente nuevo de la ciencia, o sea, la química de las estrellas. Este estudio de la química estelar, como el de los movimientos de las estrellas, se halla aún en su infancia y es actualmente una ciencia principalmente descriptiva, pero empezamos, no obstante, a poder explicar ya lo que describimos.

Lo que se desprende en primer lugar del estudio de la química de las estrellas, es que con todo el espacio abarcado por nuestras observaciones, los cuerpos celestes se componen de los mismos elementos que encontramos en la superficie de la tierra.

LAS ESTRELLAS ESTÁN HECHAS DE LOS MISMOS ELEMENTOS QUE EL OJO QUE LAS CONTEMPLA

Los caracteres que presenta el espectro del sodio o el del oxígeno en incandescencia, se observan también en el espectro del sol y en el de muchísimas estrellas, siendo lícito inferir que los mismos efectos son producidos por las mismas causas, y que, por tanto, el sodio, el oxígeno, el carbono y otros elementos se hallan presentes en las estrellas. Y no sólo esto, sino que, con contadas excepciones, no observamos en los espectros estelares ningún rasgo que no corresponda a algún elemento de los que ya conocemos. La significación de este hecho es estupenda, no sólo en lo que se refiere a la ciencia en el sentido más estricto de la palabra, sino en lo tocante a nuestros mismos conocimientos. Los mismos elementos de que se compone el ojo del astrónomo, o el del lector de estas páginas, se ven brillar, por decir así, en la superficie de una estrella tan remota que quizás su luz ha tardado miles de años en llegar hasta la tierra. En las inmensas extensiones del espacio, sea cual fuere el punto de donde dirijamos la vista a la estrella de que se trata, vemos pruebas indiscutibles de la existencia de las mismas clases de átomos que los que respiramos en este momento y de los cuales están hechos la tierra, el aire y el mar. De modo que si antes no nos era lícito emplear la palabra « universo » en cierto sentido, podemos con toda seguridad hacerlo ahora, ya que nos enseña el espectroscopio que los mismos elementos de que se componen nuestros cuerpos se hallan brillando en la más lejana estrella o se hallaban allí cuando de ella partió la luz que analizamos.

Ninguna de las demás revelaciones hechas por el espectroscopio, pudo ser tan asombrosa o más significativa que ésta y por ella hemos aprendido ya muchas cosas más de gran trascendencia. Resulta, en efecto, que difieren entre

sí los espectros de las diversas estrellas, y, no obstante, dichos astros pueden clasificarse conforme a sus espectros respectivos, y esta clasificación contribuye a convertir la parte decriptiva del estudio de la química sideral en parte explicativa, pues nos revela algo de la historia de las estrellas.

LAS TRES CLASES DE ESTRELLAS QUE NOS REVELAN ALGO DE LA HISTORIA ESTELAR

Podemos consecuentemente dividir las estrellas en tres grupos principales, fundándonos en sus espectros, y no cabe duda que este sistema de clasificación es preferible al de clasificarlas según su brillo, como solía hacerse. En las de la primera categoría, que son las más calientes, hallamos prueba de la presencia del hidrógeno y otros gases en grandes cantidades, y se les da el nombre de *estrellas gaseosas*. Las del segundo grupo no tienen una temperatura tan elevada, y son llamadas *estrellas metálicas*, porque contienen, al parecer, metales, como el calcio, el magnesio, el cobre, el hierro y muchos otros. Las que pertenecen al tercer grupo son todavía más frías y se las llama algunas veces estrellas de *carbono*, por predominar en su composición este elemento.

Ahora bien; ya sabemos lo bastante para comprender que esos resultados significan algo tocante a la historia de las estrellas. Mucho tiempo antes, se hubiera supuesto que las distintas clases de estrellas fueron creadas tal como las vemos y que han permanecido siempre en este estado, del mismo modo que se suponía que los elementos, así como las varias especies de seres que viven en la tierra, fueron creados desde un principio tal como son ahora. Hoy día, sin embargo, hemos llegado a comprender el gran principio de la evolución que nos enseña que, las cosas se convierten unas en otras, esto es, que evolucionan.

TRANSFORMACIONES DE LAS ESTRELLAS QUE DURAN MÁS QUE LA VIDA DE LA HUMANIDAD

Es muy probable que las distintas clases de estrellas que podemos estudiar nos pongan de manifiesto las diversas fases o estados de su historia—fases que duran tan interminable período, que todo el tiempo que la humanidad ha vivido, no bastaría para abarcarlas.—Se cree que las estrellas más calientes son las más jóvenes, y que a medida que se enfrían cambia gradualmente su composición química, apareciendo en ellas los metales El carbono viene a ser el elemento que más sobresale.

Después, según creemos, la estrella sigue enfriándose, hasta que deja de ser luminosa, llegando entonces a no poder ser examinada por el espectroscopio, que ya no tiene, naturalmente, aplicación alguna. No podemos, por consiguiente, verla ya, y únicamente podemos advertir algo de ella cuando eclipsa alguna otra estrella, o cuando, en virtud de la fuerza de gravitación, perturba el movimiento de cualquier astro luminoso. Parece probable que el período de resplandor de las estrellas es el más corto y que, tras una « juventud » brillante, quedan sumidas en la oscuridad por largo tiempo.

Se nos ocurrirá preguntar de dónde provienen las estrellas blancas y resplandecientes de hidrógeno. Para que fuera completa nuestra información sobre las estrellas, convendría pudiésemos indicar de qué modo una estrella oscura y fría, se convierte otra vez en un astro caliente y luminoso.

¿SE APAGAN LAS ESTRELLAS PARA LUEGO VOLVERSE A CONVERTIR EN ASTROS RESPLANDECIENTES?

No es, ciertamente, que se observen en el cielo señales de que los astros tienden a desaparecer. Por el contrario, el espacio contiene estrellas que se hallan en diferentes fases, y no existen, en general, más señales de que los astros se acerquen a su fin, que las que se advierten de otros que se encuentran en sus principios. De una manera u otra, las estrellas extintas poseen la facultad de recobrar su vida luminosa, sin que podamos asegurar cómo. Hallaremos la clave del misterio cuando estudiemos las nebulosas. Tal vez entonces sabremos que si éstas ahora no son estrellas, lo fueron en tiempos pasados, y más tarde volverán a serlo.